Décembre 2007

Série technique 07-120

Effets des régulateurs de ventilateur programmables sur la ventilation, la distribution de l'air et la consommation énergétique

INTRODUCTION

Des essais récents réalisés au Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) ont révélé que les moteurs de ventilateur éconergétiques des générateurs d'air chaud avaient une incidence sur la consommation d'électricité et de gaz naturel. Bien que les moteurs à commutation électronique (MCE) permettent de réduire la consommation d'électricité durant toute l'année (jusqu'à 25 % durant la période de chauffe et jusqu'à 10 % durant la période de climatisation), cette réduction s'accompagne toujours d'une augmentation (environ 14 %) de la consommation de gaz naturel liée au chauffage afin de compenser pour la contribution moins importante du moteur du ventilateur aux gains de chaleur à l'intérieur. Les MCE permettent tout de même de réduire de manière importante le total de la facture en énergie, et de réduire proportionnellement les émissions de gaz à effet de serre (GES), selon les sources utilisées pour produire l'électricité.

Pour le moment, les MCE et autres moteurs semblables constituent un moyen avantageux de réduire la consommation d'énergie de l'ensemble moteur-ventilateur seulement lorsqu'il s'agit de nouveaux générateurs d'air chaud. En effet, améliorer l'efficacité des générateurs d'air chaud déjà en place en leur ajoutant un MCE est très coûteux en main-d'œuvre et soulève des questions relativement à la garantie, à la certification et à la responsabilité. Comme le nombre de générateurs d'air chaud déjà installés dépasse largement le nombre de nouveaux appareils installés chaque année, on admet généralement que si l'on veut traiter de manière globale de la question de la consommation d'énergie par le moteur du ventilateur, on doit avoir en main une technologie ou une stratégie d'amélioration éconergétique qui soit viable.

Le présent projet de recherche visait à évaluer l'intégration d'un régulateur de ventilateur programmable peu coûteux et disponible sur le marché à des moteurs de ventilateur à condensateur auxiliaire permanent (CAP) classiques comme moyen de réduire la consommation énergétique des moteurs des équipements existants.

Lorsqu'il n'est pas équipé d'un régulateur, l'ensemble moteur-ventilateur de la plupart des systèmes à air forcé fonctionne soit en mode « AUTO », soit en mode « MARCHE ». Lorsque le commutateur du ventilateur est réglé sur « AUTO », le ventilateur ne fonctionne que lorsqu'il y a demande en chauffage ou en climatisation. Lorsque le commutateur du ventilateur est réglé sur « ON », le ventilateur fonctionne en continu entre les cycles de chauffage ou de refroidissement.

Les moteurs de ventilateur classiques (CAP) sont très énergivores lorsqu'ils fonctionnent en continu, même aux vitesses les plus basses. L'ajout d'un régulateur de ventilateur permet de les faire fonctionner par intermittence (marche et arrêt). Si l'on compare avec une absence de circulation, les modes par intermittence augmentent considérablement la circulation d'air dans toute la maison, surtout durant les saisons intermédiaires. Comparativement à la circulation en continu, les modes par intermittence assurent une certaine circulation de l'air tout en économisant de l'électricité et en augmentant la consommation de gaz naturel au cours de la période de chauffe. Il faut toutefois étudier les résultats en tenant compte de la circulation d'air réduite.

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

PROGRAMME DE RECHERCHE

Les essais et les observations de la présente recherche ont eu lieu durant une période de chauffe et l'inter-saison printanière aux maisons de recherche du Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR)[1]. Ce projet présentait beaucoup de parallèles avec les essais précédents sur les MCE [2], sauf en ce qui concerne les deux générateurs d'air chaud, qui ont été équipés de moteurs à CAP. La maison d'essai comportait un régulateur de ventilateur programmable qui a été utilisé pour faire fonctionner le ventilateur du générateur d'air chaud en quatre modes différents :

- continu (l'appareil fonctionnait soit à la vitesse de chauffage, soit à la vitesse de circulation);
- 30 : 30 (l'appareil s'éteignait durant 30 minutes puis fonctionnait à vitesse de circulation durant 30 minutes ou jusqu'à ce qu'il y ait demande de chauffage, auquel cas le moteur fonctionnait à la vitesse de chauffage préréglée pour la pièce);
- 45 : 15 (même fonctionnement qu'en mode 30 : 30, mais l'appareil pouvait demeurer éteint durant 45 minutes et fonctionner durant 15 minutes).
- Sans fonctionnement en continu (le ventilateur ne fonctionnait que lorsqu'il y avait demande de chauffage, de manière semblable à la façon dont on fait fonctionner la plupart des générateurs d'air chaud).

LOGIQUE DES RÉGULATEURS DE VENTILATEUR

Il existe deux types de régulateurs de ventilateur. Celui qui a été présenté précédemment et qui a été utilisé pour réaliser ces travaux de recherche peut se définir comme un régulateur « à temps d'arrêt maximal » : il permet de faire fonctionner le ventilateur du générateur d'air chaud à vitesse de circulation après avoir été éteint pour une période déterminée par l'utilisateur. Ainsi, si le régulateur est réglé pour que le ventilateur s'arrête durant 30 minutes puis fonctionne durant 30 minutes, et s'il n'y a pas de demande de chauffage ou de refroidissement par le thermostat, le ventilateur demeurera hors circuit pour une durée maximale de 30 minutes. Si le thermostat demande au générateur d'air chaud de fonctionner au moins une fois toutes les 30 minutes, le régulateur du ventilateur n'actionnera pas la circulation davantage durant cette période.

Le deuxième type de régulateur peut se définir comme un régulateur « à temps de fonctionnement minimal » : il permet de faire fonctionner le ventilateur le moins longtemps possible pour chacune des périodes, quelles que soient les demandes en chauffage ou en refroidissement. Ainsi, si le régulateur est réglé pour fonctionner 30 minutes par heure et que le ventilateur fonctionne à vitesse de chauffage ou de refroidissement durant 15 minutes par heure, le régulateur fera fonctionner le ventilateur durant 15 autres minutes au cours de cette même heure.

Tous les essais menés aux termes de la présente étude ont été réalisés au moyen d'un régulateur de ventilateur utilisant une logique « à temps d'arrêt maximal ».

Les deux types de régulateurs ont pour fonction d'assurer que le ventilateur du générateur d'air chaud fonctionne suffisamment pour fournir une circulation d'air acceptable dans toute la maison, mais aussi de limiter le fonctionnement afin de diminuer la consommation d'électricité de l'ensemble moteur-ventilateur.

MÉTHODE

Le régulateur de ventilateur programmable a été utilisé dans la maison d'essai tandis que l'ensemble moteur-ventilateur de la maison témoin a été maintenu en mode continu. L'étanchéité à l'air des deux maisons a été réduite à 3,5 renouvellements d'air à l'heure à 50 Pa (0,01 lb/po) de dépressurisation afin qu'elles présentent les mêmes conditions que les maisons construites dans les années 1990, une modification importante puisque l'objectif premier était d'examiner les possibilités d'améliorations éconergétiques. Pour ces essais, les ventilateurs-récupérateurs de chaleur des deux maisons ont été mis hors circuit et scellés.

La consommation d'électricité et de gaz naturel a été enregistrée toutes les cinq minutes durant toute la durée des essais. Les températures ont été enregistrées à 10 endroits dans chacune des maisons afin de déterminer les effets des différents modes de circulation de l'air.

Les mêmes quantités de dioxyde de carbone (CO_2) ont été libérées dans les deux maisons à un taux correspondant à quatre personnes et contrôlées à trois endroits dans chacune des maisons. Les essais ont été réalisés durant une période de chauffe et une inter-saison printanière et les résultats ont été comparés aux résultats d'une modélisation pour une période de chauffe complète.

---

1 Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) est issu d'un partenariat. Il est dirigé conjointement par le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), Ressources naturelles Canada (RNCan) et la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Les installations de recherche et de démonstration du CCTR comportent deux maisons jumelles, constituées de deux étages et d'un sous-sol pleine hauteur, dotées d'une batterie d'instruments. Ces maisons, toutes deux d'une superficie de 210 m² (2 260 pi²), ont été construites selon les normes R-2000 et simulent l'occupation humaine dans le but d'évaluer le rendement global de nouvelles technologies lors d'essais côte à côte. Le CCTR comprend également un centre d'information dans lequel est exposé un modèle de maison Bâti-Flex^MC. Pour plus de détails concernant le CCTR, visitez le http://www.ccht-cctr.gc.ca

2 Manning, M.M., Swinton, M.C., Szadkowski, F., Gusdorf, J. et Ruest, K. *Incidence de la température de consigne des thermostats sur la consommation d'énergie* aux installations du CCTR, rapport de recherche n° IRC-RR-191, 71 p., 14 février 2005.

Tableau 1 Consommation d'électricité et de gaz naturel par le générateur d'air chaud lors des essais

	Maison témoin	Maison d'essai	Différence
	Électricité consommée par le générateur d'air chaud (kWh/jour)		**Réduction**
Continu	9,98	9,87	0,11 (1 %)
30 : 30, maison d'essai	9,41	4,78	4,63 (49 %)
45 : 15, maison d'essai	9,72	4,03	5,69 (59 %)
Sans circulation, maison d'essai	8,81	1,24	7,57 (86 %)
	Gaz naturel consommé par le générateur d'air chaud (MJ/jour)		**Augmentation**
Continu	292,4	307,9	15,5 (5 %)
30 : 30, maison d'essai	192,1	220,8	28,7 (15 %)
45 : 15, maison d'essai	264,0	316,0	52,0 (20 %)
Sans circulation, maison d'essai	326,3	373,5	47,2 (14 %)

L'analyse des effets des quatre modes de circulation a consisté à comparer la maison témoin et la maison d'essai en ce qui a trait aux paramètres ci-dessous :

- la consommation d'électricité par le générateur d'air chaud;
- la consommation de gaz naturel par le générateur d'air chaud;
- les volumes d'air mis en circulation quotidiennement;
- les températures; et
- les concentrations de dioxyde de carbone.

RÉSULTATS

Consommation d'électricité par le générateur d'air chaud

Comme prévu, les modes de fonctionnement aux temps d'arrêt les plus longs ont consommé moins d'électricité.

Bien que ce projet n'ait pas examiné les répercussions durant une période de climatisation, on peut présumer qu'un fonctionnement moindre du moteur du ventilateur diminuera également la consommation d'électricité par le climatiseur en raison de la diminution de l'apport en chaleur au milieu intérieur de l'ensemble moteur-ventilateur.

Consommation de gaz naturel par le générateur d'air chaud

L'ensemble moteur-ventilateur du générateur d'air chaud génère de la chaleur, qui compense la quantité de gaz naturel nécessaire pour chauffer la maison. Bien que l'ordre et les quantités supplémentaires de gaz consommé ne correspondent pas tout à fait aux prévisions, les différences entre le mode de circulation en continu et les autres modes sont néanmoins claires. Ces différences ne sont pas aussi nettes que celles observées pour la consommation d'électricité en raison de l'incidence des conditions climatiques variables durant les journées où les quatre modes ont été mis à l'essai.

Le tableau 2 présente les économies d'énergie approximatives modélisées pour une période de chauffe complète lorsqu'on utilise le régulateur « à temps d'arrêt maximal ». Le modèle a été établi en fonction de la consommation horaire ou quotidienne de gaz par le générateur d'air chaud lors d'une période de chauffe composite lorsque le générateur d'air chaud à rendement moyen ayant été utilisé dans ce projet fonctionnait en continu dans la maison d'essai.

Tableau 2 Économies en consommation d'énergie selon une modélisation pour trois modes de circulation par intermittence

Mode	Consommation d'électricité		Consommation de gaz naturel		Économies totales*
	Économies (kWh)	Réduction (%)	Augmentation (m^3)	Augmentation (%)	
30 : 30	1 117	49	130	7,6	32,93 $
45 : 15	1 488	65	173	10,1	43,96 $
Sans circulation	1 708	75	199	11,6	50,24 $

* Les économies totales ont été calculées en fonction d'un tarif d'électricité de 0,09 $/kWh et d'un tarif de gaz naturel de 0,52 $/$m^3$.

Table 3 Volumes totaux d'air mis en circulation (m³/jour) et différence entre les moyennes

Mode de circulation de l'air	Maison témoin (circulation en continu)			Maison d'essai			Moyenne maison d'essai/maison témoin
	Min.	moyenne	Max.	Min.	moyenne	Max.	
Continue	46 177	46 177	46 177	46 697	46 697	46 697	101,1 %
30 : 30	42 851	43 574	44 194	18 485	19 427	20 648	44,6 %
45 : 15	40 905	43 447	47 815	10 338	14 257	27 826	32,8 %
Sans circulation	42 048	44 744	48 001	3 696	14 617	27 798	32,7 %

Volumes d'air mis en circulation quotidiennement

Le volume total d'air mis en circulation quotidiennement par le ventilateur du générateur d'air chaud a été calculé en multipliant le temps passé par le ventilateur à chacune des vitesses par le débit d'air à cette vitesse. Les volumes minimaux, moyens et maximaux et le temps passé à chacune des vitesses (chauffage et circulation) sont des mesures des effets de chacun des modes de circulation.

On a observé un changement mesurable dans le pourcentage moyen de temps passé à la vitesse de chauffage avec les différents modes de fonctionnement. Le volume total d'air mis en circulation a généralement diminué avec les modes de fonctionnement aux temps d'arrêt les plus longs, mais la moyenne enregistrée pour le mode sans circulation est légèrement supérieure à la moyenne enregistrée pour le mode 45 : 15.

Cela s'explique par le fait que le temps que passe le ventilateur du générateur d'air chaud à chacune des vitesses est fonction de la charge en chauffage et des programmes du régulateur du ventilateur. Cependant, les volumes minimaux d'air mis en circulation dans la maison d'essai ont en effet diminué en proportion des modes de circulation présentant les temps d'arrêt les plus longs. Certains effets de la circulation dépendent probablement plus du volume minimum que du volume moyen.

Températures

La circulation d'air est un facteur important pour aider au maintien d'une température adéquate et suffisamment constante dans toute l'unité d'habitation. Les différences et les déviations thermiques qu'il y a entre les emplacements des 10 capteurs de température de chacune des maisons peuvent servir d'indicateur de la quantité et du caractère adéquat de la circulation à chacun des modes — les différences les plus marquées indiquant une circulation moins importante et les différences significatives indiquant probablement une circulation inadéquate. Selon l'analyse des températures, aucun mode de circulation ne produit une circulation inadéquate d'un point de vue thermique. Les différences enregistrées entre les températures moyennes et maximales ne sont pas assez importantes pour rendre l'occupant inconfortable.

Concentrations de dioxyde de carbone

Les plus fortes concentrations de CO_2 ont été observées aux modes de circulation par intermittence, mais celles-ci ne se sont jamais approchées des limites fixées par Santé Canada et n'ont jamais dépassé les concentrations déjà observées dans les domiciles canadiens.

Logique des régulateurs de ventilateur

Bien que les essais n'aient été effectués qu'avec des régulateurs « à temps d'arrêt maximal », les deux types de régulateurs de ventilateur ont été comparés par une simulation effectuée selon un scénario d'inter-saison et un scénario de milieu d'hiver. Dans le cas de la simulation d'inter-saison, les deux types de régulateurs donnent des résultats très semblables. Cependant, dans le cas du scénario de milieu d'hiver, le régulateur « à temps de fonctionnement minimal » met en circulation des volumes d'air significativement plus importants et consomme beaucoup plus d'électricité. Si l'on en croit ces modélisations limitées, le régulateur « à temps d'arrêt maximal » serait plus efficace pour maintenir une circulation d'air constante, quelle que soit la saison. Il consommerait par ailleurs plus de gaz et moins d'électricité, ce qui entraînerait de plus importantes économies.

LIMITES DE L'ÉTUDE

En raison de problèmes liés aux débitmètres de CO_2 et à la calibration de certains des capteurs de CO_2, on a pu bénéficier que d'une seule journée d'analyse comparative, où il a été possible de libérer les bons taux de CO_2 dans les deux maisons et de calibrer correctement les capteurs de CO_2, et que de sept journées d'essais pour le mode 30 : 30. Les données valides sur le CO_2 ont tout de même produit des résultats utiles.

Les modélisations relatives aux régulateurs de ventilateur n'ont été effectuées que pour un seul type d'habitation et un seul type générateur d'air chaud et uniquement pour deux des très nombreux modes de circulation que peuvent produire ces dispositifs.

CONCLUSIONS ET CONSÉQUENCES POUR LE SECTEUR DE L HABITATION

Les régulateurs de ventilateur programmables sont un moyen abordable et pratique de réaliser des économies d'énergie tout en assurant une circulation d'air adéquate pour les habitations qui ont été construites en 1990 ou après et qui sont dotées de générateurs d'air chaud équipés de moteurs de ventilateur à CAP classiques. Les régulateurs de ventilateur s'utilisent facilement avec les générateurs d'air chaud en place.

Pour les ménages qui utilisent actuellement la circulation en continu, le régulateur continuera d'assurer une certaine circulation et diminuera la consommation d'électricité et augmentera la consommation de gaz : les coûts énergétiques diminueront donc nettement. Les concentrations plus importantes de CO_2 découlant de la circulation par intermittence peuvent parfois s'accompagner d'odeurs ou d'une humidité élevée pouvant causer de la condensation ou la croissance de moisissures. Ces problèmes sont faciles à déceler et les occupants peuvent les régler en augmentant la durée de fonctionnement du moteur du ventilateur.

Les ménages qui utilisent actuellement un mode sans circulation et qui souhaiteraient améliorer la circulation d'air pourraient bénéficier d'un régulateur de ventilateur programmable. Le régulateur améliorera la circulation, mais consommera plus d'électricité et moins de gaz naturel. Au total, les coûts en énergie augmenteront donc légèrement puisque, compte tenu de son contenu énergétique, l'électricité est plus coûteuse que le gaz. Comme la pratique courante dans les habitations canadiennes consiste à ne pas faire fonctionner le ventilateur du générateur d'air chaud en mode continu, la circulation d'air à l'intérieur sera meilleure si on fait fonctionner le ventilateur par intermittence au moyen d'un régulateur de ventilateur, que si on s'en tient à la pratique courante.

Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR)

Le Centre canadien des technologies résidentielles (CCTR) est dirigé conjointement par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et Ressources naturelles Canada (RNCan). Le CCTR est un établissement unique de recherche, d'essai et de démonstration sur les nouvelles technologies résidentielles. Il a pour mission d'accélérer le développement de nouvelles technologies résidentielles et leur acceptation sur le marché. Le CCTR exploite des maisons de recherche jumelles qui offrent un environnement hautement contrôlé et réel. Chacune des deux maisons jumelles de deux étages comporte un sous-sol pleine hauteur. Les maisons, toutes deux d'une superficie de 210 m^2 (2 260 pi^2), sont construites selon les normes R-2000. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les maisons jumelles du CCTR et sur ses autres installations, visitez le http://www.ccht-cctr.gc.ca/

Chercheurs : John Gusdorf, Craig Simpson, Mike Swinton, Tracey Forrest, Frank Szadkowski et T.J. Hwang.

Gestionnaire du projet : John Gusdorf, Ressources naturelles Canada.

Représentant de la SCHL siégeant au Comité de recherche technique du CCTR : Ken Ruest.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la ***Loi nationale sur l'habitation,*** le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets ***Le Point en recherche*** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2007, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 30-11-07

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65835